

Attorney's Docket No.: 297-009349-US(PAR)

#5 7788
02100
PATENT
Priority Papers

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: KINNUNEN et al.

Group No.:

Serial No.: 09/538,082

Filed: 3/29/00

Examiner:

For: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING AND OPTIMISING THE QUALITY OF DATA TRANSMISSION.

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231



TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 991594
Filing Date : 12 July 1999

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.9(f) (emphasis added.)

Clarence A. Green

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION (37 CFR 1.8a)

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being:

MAILING

☒ deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231

FACSIMILE

☐ transmitted by facsimile to the Patent and Trademark Office

Date: APRIL 17, 2000

Deborah J. Clark

Signature

DEBORAH J. CLARK
(type or print name of person certifying)

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 29.3.2000



ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

991594

Tekemispäivä
Filing date

12.07.1999

Etuoikeushak. no
Priority from appl.

FI 990690
FI 991062

Tekemispäivä
Filing date

29.03.1999
07.05.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04B

Keksinnön nimitys
Title of invention

**"Menetelmä ja järjestelmä tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi
ja optimoimiseksi digitaalisessa solukkoradiojärjestelmässä"**

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Huttunen
Toimistos sihteeri

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Menetelmä ja järjestelmä tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi ja optimoimiseksi digitaalisessa solukkoradiojärjestelmässä - Metod och arrangemang för att mäta och optimisera allmän kommunikationskvalitet i ett digitalt cellulärt radiosystem

5

Keksintö koskee yleisesti niitä järjestelyjä, joilla mitataan ja optimoidaan tiedonsiirron yleistä laatua digitaalisessa solukkoradiojärjestelmässä. Erityisesti keksintö koskee tällaisten järjestelyjen yhdistämistä solukkoradiojärjestelmän normaaliin toimintaan.

- 10 Operaattorit, jotka vastaavat matkapuhelinverkkojen ja muiden solukkoradiojärjestelmien toiminnasta ovat erittäin kiinnostuneita siitä, minkälaista tiedonsiirron yleistä laatua järjestelmä pystyy tarjoamaan. Laatu on tärkeä kilpailutekijä, joka osaltaan vaikuttaa uusien tilaajasopimusten solmimista koskeviin päätöksiin. Tiedonsiirron yleisellä laadulla tarkoitetaan sellaisia tekijöitä kuin kuuluvuusalueen jatkuvuus (ei kuolleita kohtia tai alueita, joilla signaali on hyvin heikko), kanavien saatavuus (verkko ei ruuhkaudu merkittävästi) ja useiden samanaikaisten muiden radioyhteyksien sietokykyä (samanaikaiset yhteydet eivät häiritse toisiaan). Heikko signaalitaso ja suuri häiriöiden määrä aiheuttavat bittivirheitä digitaalisessa tiedonsiirrossa. Käyttäjä huomaa virheet vaikeuksina yhteyden pystyttämisessä ja ylläpitämisessä
- 20 sekä yhteyden pätkimisenä. Näiden oireiden tekninen aiheuttaja on se, että vastaanottava laite joutuu hylkäämään tiettyjä kehyksiä tai PDU-yksiköitä (Protocol Data Units), koska ne sisältävät liikaa sellaisia korjaamattomia virheitä, joita ei voida hyväksyä.
- 25 Tunnetut menetelmä tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi ja optimoimiseksi edellyttävät, että koulutettu henkilökunta kuljettaa järjestelmän kattavuusalueella erityisiä mittaustasot, joilla tuotetaan paikkaan sidottua mittaustietoa kattavuusalueen eri kohdista. Tällaisten järjestelyjen haittapuolena on tarvittavien henkilö- ja laiteresurssien lisäksi se, että tiedot ovat harvoin ajan tasalla. Sekä saman järjestelmän operaattori että kilpailevia järjestelmiä ylläpitävät operaattorit pystyttävät jatkuvasti uusia tukiasemia ja säätävät vanhojen tukiasemien lähetystehoja, mikä muuttaa jatkuvasti signaali- ja häiriöolosuhteita. Mittaustulosten kerääminen ja järjestäminen käytännön verkkosuunnittelun kannalta sopivaan muotoon vievät aikaa ja vaativat erityisten järjestelmien pystyttämistä. Tunnetun tekniikan mukaisissa puhelinkeskustoissa voidaan tallentaa tilastotietoa yhteyksien epäonnistuneista avauksista
- 30 ja avattujen yhteyksien määristä. Vikatapauksista voidaan tallentaa myös vikakoodi,
- 35

joka karkeasti kuvaa minkälaisesta häiriöstä oli kysymys. Tunnetun tekniikan mukaiset vikatilastointimenettelyt ovat kuitenkin varsin karkeita.

5 Esillä olevan keksinnön tavoitteena on esittää menetelmä ja järjestely, joilla voidaan ainakin mitata tiedonsiirron yleistä tasoa solukkoradiojärjestelmässä ja edullisimmin myös optimoida sitä. Erityisesti keksinnön tavoitteena on lyhentää viivettä mittaus-

10 ten tekemisen ja sen hetken välillä, jolloin mittaustulokset ovat käytettävissä verkko-suunnitteluun. Lisäksi keksinnön tavoitteena on, että sen tuottamat tiedot ovat suhteellisen hyvin ajan tasalla.

Keksinnön tavoitteet saavutetaan valjastamalla joukko solukkoradiojärjestelmän kannettavia päätelaitteita tai esimerkiksi kaikki päätelaitteet keräämään tiedonsiirron yleistä tasoa kuvaavia mittaustietoja ja järjestämällä näiden tietojen kerääminen niin, että tietojen paikkariippuvuus otetaan huomioon.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että se käsittää vaiheet, joissa

- 15 a) muodostetaan testisignaali ja lähetetään se solukkoradiojärjestelmän tukiaseman kautta solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelle,
 b) muodostetaan ja tallennetaan päätelaitteessa tieto siitä, kuinka paljon päätelaitteen vastaanottamassa testisignaalin oli virheitä,
 20 c) lähetetään päätelaitteesta tukiasemalle ensimmäinen virhetieto, joka kuvaa päätelaitteen vastaanottaman testisignaalin virheellisyyttä tietyllä aikavälillä, ja
 d) toimitetaan tukiasemalta tietylle kontrollointiyksikölle toinen virhetieto, joka kuvaa solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelta vastaanotettua ensimmäistä virhetietoa.

Keksintö kohdistuu myös järjestelmään, jolle on tunnusomaista, että se käsittää

- 25 - tukiasema-alijärjestelmän ja siinä välineet testisignaalin muodostamiseksi ja lähettämiseksi solukkoradiojärjestelmän tukiaseman kautta solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelle,
 - päätelaitteen ja siinä välineet tiedon muodostamiseksi ja tallentamiseksi siitä, kuinka paljon päätelaitteen vastaanottamassa testisignaalin oli virheitä,
 30 - päätelaitteessa välineet ensimmäisen virhetiedon lähettämiseksi tukiasemalle, joka ensimmäinen virhetieto kuvaa päätelaitteen vastaanottaman testisignaalin virheellisyyttä tietyllä aikavälillä, ja
 - kontrollointiyksikön sellaisten virhetietojen kokoamiseksi, jotka kuvaavat solukkoradiojärjestelmän tukiasemien päätelaitteilta vastaanottamia virhetietoja.

Bittivirhesuhteen tai kehysten hylkäyssuhteen (BER, Bit Error Ratio; FER, Frame Erasure Ratio) mittaaminen ja virheiden tilastointi on sinänsä tunnettua. Esimerkiksi matkaviestinten valmistus- ja tyyppihyväksyntävaiheiden yhteydessä tehtävä testaus on perinteisesti käsittänyt vaiheen, jossa testauslaitteisto lähettää alassuunnassa

5 matkaviestimelle testausdataa, jonka matkaviestin kierrättää kokonaan tai osittain takaisin ylössuuntaan. Tunnetuissa järjestelyissä testauslaitteisto tutkii, kuinka paljon testausdataan ilmaantuu virheitä sen kiertäessä testattavan matkaviestimen kautta, ja tilastoi virheiden esiintymistä. Tyyppihyväksyntäehdot määrittelevät tietyt rajat, joita virheiden esiintyminen ei saa ylittää.

- 10 Keksinnön mukaisesti bitti- ja/tai kehysvirhesuhteen mittaamista ja virheiden tilastointia sovelletaan siten, että solukkoradiojärjestelmässä joukko tukiasemia lähettää tai esimerkiksi kaikki tukiasemat lähettävät tiettyä signaalia, joka keksinnön tarkoittamassa mielessä voidaan tulkita testausignaaliiksi. Joukko päätelaitteita on ohjelmoitu vastaanottamaan testisignaalia ja mittaamaan ja tilastoimaan vastaanotetussa
- 15 testisignaaliissa esiintyviä virheitä. Päätelaitteet lähettävät tilastoidut virhetiedot tai joitakin niitä kuvaavia tunnuslukuja tukiasemille, joista ne välitetään solukkoradiojärjestelmässä eteenpäin tiettyyn keskityspisteeseen. Virhetietoihin liitetään mittauksen tekopaikkaa kuvaava paikkatieto, joka on yksinkertaisimmillaan sama kuin solukkoradiojärjestelmässä määritelty sijaintialue, mutta joka voi olla myös hyvin
- 20 yksityiskohtainen tieto päätelaitteen paikasta mittaushetkellä: tulevaisuuden solukkoradiojärjestelmien päätelaitteissa on monesti ehdotettu toteutettavaksi nykyisen GPS-paikannuslaitteen (Global Positioning System) tapaista laitetta, jonka avulla päätelaitteen paikka voidaan joka hetki määrittää hyvin tarkasti. On esitetty myös menettelytapoja ja järjestelyitä siihen, että päätelaite selvittää oman sijaintinsa esimerkiksi tiettyjen tukiasemien lähettämien signaalien aikaerojen perusteella tai
- 25 muulla tavoin. Samoin on esitetty myös menettelytapoja ja järjestelyitä siihen, että verkko selvittää päätelaitteen sijainnin esimerkiksi seuraamalla päätelaitteen lähetteitä usean tukiaseman kautta. Tällaisia järjestelyitä paikan määrittämiseksi voidaan myös hyödyntää nyt esillä olevan keksinnön mukaisessa ratkaisussa.
- 30 Testisignaali, jota tukiasema lähettää, voidaan yhdistää tukiaseman normaaliin lähetystoimintaan, jolloin esimerkiksi tietty osa ns. broadcast-kanavalla lähetetyistä yleisistä tiedotuksista käsitetään testisignaaliiksi. Tällaiset tiedotukset lähetetään yleensä kehyksissä, joihin sisältyy CRC-koodi (Cyclic Redundancy Check) tai muu virheenilmaisukoodi. Sen avulla päätelaite voi selvittää, onko vastaanotetussa yleisen tiedotuksen kehyksessä virheitä. Voidaan kuitenkin esittää myös keksinnön
- 35 suoritusmuoto, jossa tukiasemat tai osa niistä ohjelmoidaan lähettämään tiettyä nä-

ennäissatunnaista bittisekvenssiä, joka tuotetaan alustamalla tietty satunnaislukugeneraattori määrätyllä siemenluvulla. Päätelaitteisiin tai osaan niistä voidaan liittää vastaava satunnaislukugeneraattori, jolloin tukiasema ja päätelaite voivat käyttää samaa siemenlukua saman näennäissatunnaisen bittisekvenssin generoimiseksi sekä tukiasemalla että päätelaitteessa. Kun päätelaite on vastaanottanut tukiaseman lähettämän näennäissatunnaisen bittisekvenssin, se vertaa sitä itse tuottamaansa vastaavaan sekvenssiin ja laskee ja tilastoi vastaanotetussa signaalissa esiintyvät virheet.

Edellä esitetyn mittausjärjestelyn toimivuutta voidaan testata siten, että ainakin yksi tukiasema lähettää ainakin silloin tällöin testisignaalin, johon on tahallisesti aiheutettu tunnettu määrä virheitä. Päätelaite ei tiedä, että virheet on aiheutettu tahallisesti jo ennen testisignaalin lähetystä, joten se käsittelee niitä samalla tavalla kuin muitakin havaitsemiaan virheitä. Kun tällaiset virheet on havaittu ja tilastoitu päätelaitteessa ja kun päätelaite on lähettänyt niitä kuvaavat virhetiedot tukiasemalle, voidaan verrata tunnettujen virheiden määrää ja päätelaitteen antamia virhetietoja. Ristiriidat tiedoissa ilmaisevat, että järjestelmä ei kenties toimi tarkoitetulla tavalla.

Seuraavassa selostetaan keksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

kuva 1 esittää keksinnön periaatetta,

kuva 2 esittää erästä keksinnön mukaista tukiaseman ja päätelaitteen toimintaperiaatetta,

kuva 3 esittää erästä päätelaitetta, jota voidaan käyttää keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseksi ja

kuva 4 esittää erästä vaihtoehtoista keksinnön mukaista tukiaseman ja päätelaitteen toimintaperiaatetta.

Kuvassa 1 on esitetty kaavamaisesti solukkoradiojärjestelmän tukiasema-alijärjestelmä (BSS, Base Station Subsystem) 101, päätelaite (MS, Mobile Station) 102 ja solukkoradioverkon kiinteisiin osiin liitetty kontrollointiyksikkö 103, joka on edullisimmin tietokone. Seuraava selostus voidaan käsitellä sekä näiden laitteiden tiettyjen toiminnallisten osien kuvaukseksi että keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän selostukseksi.

Vaiheessa 104 tukiasema-alijärjestelmässä toimiva testisignaalin lähetysyksikkö muodostaa testisignaalin ja lähettää sen niin, että tietyn tukiaseman solussa ainakin

yksi päätelaite voi vastaanottaa sen. Edellä on todettu, että testisignaali voi olla osa tukiaseman normaalia lähetystä esimerkiksi broadcast-kanavalla tai se voi olla erityisesti testaustarkoituksia varten tuotettava signaali. Testisignaalin voidaan käyttää myös niitä pilot-signaaleja, joita tukiasemat lähettävät sinänsä tunnetulla tavalla, ja/tai synkronointijaksoja, jotka sisältyvät sinänsä tunnetulla tavalla tukiasemien lähettämiin alassuuntaisiin purkeisiin. Testisignaalin lähetys on edullista ajoittaa tietyn lähetysaikataulun mukaisesti, joka on päätelaitteiden tiedossa tai josta tiedotetaan päätelaitteille ennen testisignaalin lähettämistä.

Vaiheessa 105 päätelaitteen radiovastaanotin vastaanottaa testisignaalin ja vaiheessa 106 päätelaitteen tietty virheiden havaitsemisyksikkö tutkii, onko vastaanotetussa testisignaalin virheitä. Havaitut virheet tilastoidaan esimerkiksi tietyn bittivirhe-suhteen tai kehysten hylkäyssuhteen muodossa. Tallennettava bittivirhe-suhteen tai kehysten hylkäyssuhteen arvo voi olla esimerkiksi liukuva keskiarvo viimeisten X sekunnin ajalta, missä positiivinen reaaliluku X voidaan valita kussakin järjestelmässä halutulla tavalla. Tallennettava arvo voi myös olla suurin mitattu bittivirhe-suhteen tai kehysten hylkäyssuhteen arvo tietyn tarkkailuajan kuluessa tai jokin muu tunnusluku. Päätelaite voi tallentaa myös useita tunnuslukuja, joista kukin kuvaa tiettyä havaittua piirrettä vastaanotetun testisignaalin virheellisyydessä. Päätelaitteen on edullista tallentaa myös aikatieto, joka kuvaa sitä, milloin testisignaalin virheellisyyttä koskevat mittaukset on tehty.

Päätelaite voi sisältää paikkatietolohkon, joka antaa vaiheessa 107 tiedon päätelaitteen paikasta sillä hetkellä, kun testisignaalin virheellisyyttä koskevat mittaukset on tehty. Vaiheessa 108 päätelaitteen lähetinyksikkö kokoaa viestin, joka sisältää ainakin aiemmin tallennetut vastaanotetun testisignaalin virheellisyyttä kuvaavat tunnusluvut. Jos paikkatieto on saatavilla, se voidaan liittää samaan lähetykseen.

Vaiheessa 108 se tukiasema, jonka solussa päätelaite sillä hetkellä on, vastaanottaa päätelaitteen lähettämän viestin. Siitä riippumatta, sisältääkö tämä viesti päätelaitteen paikkatiedon ja/tai aikatiedon vai ei, tukiasema-alijärjestelmä voi yhdistää vastaanottamiinsa tietoihin itse tuottamansa paikka- ja/tai aikatiedon, jotka on muodostettu vaiheessa 109. Eräs edullinen tapa paikkatiedon yhdistämiseksi päätelaitteen lähettämiin tietoihin on se, että päätelaite sisällyttää lähettämänsä tiedot sinänsä tunnettuun sijaintipaikan päivityssanomaan (engl. Location Update message). Solukoradiojärjestelmässä päätelaitteen paikka tunnetaan ainakin sijaintialueen (engl. Location Area) tarkkuudella, ja koska sijaintipaikan päivityssanomien käsittelyn yhteydessä tarkastellaan joka tapauksessa päätelaitteen sijaintia, sitä kuvaava tunnusluku on helppo liittää päätelaitteen lähettämiin tietoihin, jotka koskivat päätelaitteen

mittaamaa testisignaalin virheellisyyttä. Eräs hyvin yksinkertainen keino paikkatiedon liittämiseksi päätelaitteen lähettämiin tietoihin on se, että tiedot vastaanottanut tukiasema liittää niihin oman tukiasematunnuksensa.

Vaiheessa 111 tukiasema-alijärjestelmä välittää ne tiedot, jotka kuvaavat päätelaitteen mittaamaa testisignaalin virheellisyyttä, mittausten tekohetkeä ja päätelaitteen sijaintia mittausten tekohetkellä, eteenpäin kontrollointiyksikölle 103. Tämä tietojen välittäminen voidaan tehdä osana sinänsä tunnettua solukkoradioverkon kiinteiden osien välistä signalointia. Vaiheessa 112 kontrollointiyksikkö vastaanottaa tiedot, ja vaiheessa 113 se kokoaa yhteen tiedot, jotka ovat peräisin useilta päätelaitteilta ja jotka kuvaavat niiden mittaamaa vastaanotetun testisignaalin virheellisyyttä solukkoradiojärjestelmän eri osissa eri aikoina. Tällainen tietojen kokoaminen on sinänsä tunnettua, koska se vastaa periaatteeltaan tekniikan tason mukaista mittaustietojen kokoamista mittausvastaanottimilta. Keksinnön mukaisessa järjestelyssä uutta on se, että mittaustiedot eivät ole peräisin erityisiltä mittausvastaanottimilta vaan solukkoradiojärjestelmän päätelaitteilta, ja että niiden kokoaminen tapahtuu automaattisesti solukkoradiojärjestelmän kautta. Kootut tiedot on helppo järjestää tunnetuilla menetelmillä esimerkiksi virhekartaksi, jossa mitattujen virheiden määrä tai muu virheitä kuvaava tunnusluku esitetään geografisen sijainnin ja mittausajankohdan funktiona. Lisäksi uutta on se, että tällaisia tietoja voidaan käyttää automaattisesti tai manuaalisesti tapahtuvassa verkon optimoinnissa ja säädössä.

Kuva 2 esittää järjestelyä, jossa tukiasema-alijärjestelmä 201 lähettää näennäissatunnaista bittisekvenssiä päätelaitteelle 202. Kuvassa on lisäksi oletettu, että päätelaite 202 käsittää paikannuslaitteen 203, joka voi olla esimerkiksi sinänsä tunnettu GPS-vastaanotin.

Tukiasema-alijärjestelmässä 201 on sinänsä tunnetulla tavalla tietty bittisekvenssigeneraattori 204, joka alustetaan tietyllä ns. siemenluvulla 205 ja joka sen jälkeen tuottaa näennäissatunnaisten bittisekvenssin. Keksinnön mukaisesti päätelaitteessa 202 on vastavalla tavalla toimiva bittisekvenssigeneraattori 206, joka alustetaan samoin tietyllä siemenluvulla 207. Näennäissatunnaisten bittisekvenssien tuottamiseen käytettävien generaattoreiden yleisistä periaatteista seuraa, että jos siemenluvut 205 ja 207 ovat samat, generaattorit 204 ja 206 tuottavat täsmälleen saman näennäissatunnaisten bittisekvenssin.

Keksinnön mukaisesti päätelaitteessa 202 on myös vertailupiiri 208 ja tilastointiyksikkö 209, jotka on järjestetty vertaamaan tukiasema-alijärjestelmältä vastaanotettua bittisekvenssiä bitti bitiltä paikallisesti tuotettuun bittisekvenssiin ja tilastoimaan

vertailussa havaitut eroavaisuudet. Lisäksi tilastointiyksiköstä 209 on ylössuuntainen yhteys takaisin tukiasema-alijärjestelmään tilastoinnin tulosten välittämiseksi. Tämä yhteys voi olla ylössuuntainen kanava samassa tiedonsiirtoyhteydessä, jota pitkin alassuuntainen signaali on välitetty tukiasema-alijärjestelmästä 201 päätelaitteelle 202, tai se voi olla jokin muu yhteys kuten yhteys tietyllä ylössuuntaisella signalointikanavalla.

Jotta näennäissatunnaisten bittisekvenssien vertaaminen olisi mielekästä, bittisekvenssigeneraattoreiden 204 ja 206 on toimittava synkronoidusti eli tuotettava samat bitit samassa tahdissa. Bittisekvenssien generoinnin synkronointi on sinänsä tunnettua, koska esimerkiksi yleensä hajaspektritekniikassa (engl. spread spectrum technology) ja sen sovelluksena erityisesti koodijakoisissa monikäyttömenetelmissä (CDMA, Code Division Multiple Access) hyötysignaalin erottaminen kilpailevista hyötysignaaleista ja kohinasta perustuu saman näennäissatunnaisten hajotussekvenssin käyttämiseen sekä lähetys- että vastaanottopäässä. Keksinnön yhteydessä voidaan käyttää jotain sinänsä tunnettua tekniikkaa bittisekvenssien generoinnin synkronoimiseksi. Synkronointi on esitetty kuvassa 2 kaavamaisesti nuolella 210.

Tukiasema-alijärjestelmässä 201 voi myös olla kuvassa 1 esitetty kontrollointiyksikkö 103 tai vastaavat toiminnot, eli tietojen keruu, tilastointi ja hyödyntäminen voidaan toteuttaa tukiasema-alijärjestelmän sisäisin toiminnoin. Tämä ei kuitenkaan rajoita keksintöä millään lailla, vaan kontrollointiyksikkö vastaavat toiminnot käsiteltävä verkkoelementti tai järjestelmä voi sijaita myös erillään tukiasema-alijärjestelmästä jossain muussa osassa matkaviestinjärjestelmää.

Ylössuuntaisessa yhteydessä voidaan välittää esimerkiksi tietty tallennettu bittivirhesuhteen tai kehysten hylkäyssuhteen arvo tai jokin niistä johdettu arvo, kuten bittivirhesuhteen keskiarvo tietyllä aikavälillä. Monissa sovelluksissa kiinnitetään huomiota vain siihen, jääkö bittivirhesuhde tai kehysten hylkäyssuhde pienemmäksi kuin tietty ennalta määrätty raja-arvo, jolloin ylössuunnassa tarvitsee välittää vain kyllä/ei-tyyppinen vastaus (on pienempi kuin raja-arvo / ei ole pienempi kuin raja-arvo). Koska raja-arvot määritellään tavallisesti eksponenttilukuina (esimerkiksi $1,0 \cdot 10^{-6}$), eräs mahdollisuus on välittää ylössuunnassa se luvun $1,0 \cdot 10^{-x}$ eksponentti x , joka kuvaa havaittua bittivirhesuhteen ylempää raja-arvoa. Välitetty luku -6 esimerkiksi kertoo, että havaittu bittivirhesuhde on pienempi kuin $1,0 \cdot 10^{-6}$.

Kuvassa 1 esitetty kontrollointiyksikkö voi kerätä päätelaitteiden lähettämiä ja tukiasemien vastaanottamia tilastotietoja eri puolilta solukkoradioverkkoa. Koska tilastotiedot kuvaavat alassuuntaisessa tiedonsiirrossa tapahtuvia virheitä ja ne liittyvät

aina vähintäänkin tiettyyn sijaintialueeseen ja tulevissa solukkoradiojärjestelmissä jopa solujen sisällä tiettyihin paikkoihin, kontrollointiyksikköön muodostuu ajan kuluessa hyvin tarkka ja jatkuvasti päivittyvä kuva siitä, kuinka virheettömästi alassuuntainen tiedonsiirto toimii missäkin solukkoradiojärjestelmän osassa. Tätä tietoa voidaan käyttää esimerkiksi siten, että alueella, jossa alassuuntainen tiedonsiirto vaikuttaa sisältävän tavallista enemmän virheitä, kasvatetaan tukiasemien lähetyshoa tai rakennetaan jopa uusia tukiasemia. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan toki käyttää myös siten, että testausta tehdään yhden tukiaseman alueella kerrallaan, jos halutaan tutkia esimerkiksi tukiaseman toimintakuntoa tai radiosignaalin kuuluvutta tukiaseman solussa. Tällöin järjestelmässä ei välttämättä tarvita keskitettyä kontrollointiyksikköä, vaan testauksen voi käynnistää jopa tukiasemapaikalla kytkemällä tukiasema tiettyyn testaustilaan.

Kuvassa 3 on esitetty erään sellaisen päätelaitteen lohkokaavio, johon keksintöä voidaan soveltaa. Kuvan esittämä päätelaite on datakanavilla varustettu matkapuhelin, mutta keksinnön sovellettavuus ei mitenkään rajoitu matkapuhelimiin. Liitäntä 301 on antenniliitäntä, jonka kautta alassuuntaiset radiokehukset ohjataan matkaviestimeen. Lohko 302 kuvaa yleisesti kaikkia niitä sinänsä tunnettuja radio- ja vii-
 15 taajuusosia, joiden avulla vastaanotettu radiotaajuinen signaali konvertoidaan kantataajuudelle. Kantataajuisen signaalin sisältämä informaatio rekonstruoidaan demodulaattorissa 303 ja mahdollinen salaus puretaan salauksen poistolohkossa 304. Tästä kohdasta, jota nimitetään pisteeksi 305, vastaanotetun informaation käsittely eroaa sen mukaan, onko se signalointia, digitoitua puhetta vai dataa.

Signalointikanavien sisältämä informaatio ohjataan kanavadekooderiin 306 ja sitä kautta ohjauslohkoon 307, joka on mikroprosessori ja joka ohjaa matkapuhelimen toimintaa. Ylössuuntaisten signalointikanavien sisältämä tieto muodostuu ohjauslohkossa 307 ja se kanavakoodataan lohkoissa 308. Pisteestä 309 eteenpäin kanavakoodattua ylössuuntaista signalointi-informaatiota käsitellään kuten muutakin ylössuuntaista informaatiota eli se salataan salauslohkossa 310, liitetään modulaation avulla kantataajuiseen värähtelyyn modulaattorissa 311 ja sekoitetaan radiotaajuudelle yleisessä lähetyshaaran radiotaajuusosia kuvaavassa lohkoissa 312, minkä jälkeen se voidaan lähettää antenniliitännän 313 kautta. Antenniliitännät 301 ja 313 voivat olla sama antenniliitäntä, mikäli ylös- ja alassuuntaisen informaation sekoittuminen on estetty sopivalla dupleksointilohkolla (ei esitetty kuvassa).

Alassuuntainen digitoitu puhe ohjataan pisteestä 305 puhekanavien kanavadekooderiin 314, jonka tuottamalle signaalille tehdään edelleen puhedekoodaus lohkoissa 315. Pisteet 316 ja 317 muodostavat osan ns. DAI-liitännästä (Digital Audio Interfa-

ce), jonka kautta päätelaitteen käsittelemää digitaalimuotoista puheinformaatiota voidaan monitoroida päätelaitteen ulkopuolelta. Mikäli DAI-liitäntä jätetään huomiotta, puhedekooderista 315 on suora yhteys D/A-muuntimeen 318, jonka analogiseen muotoon muuntama puheinformaatio voidaan toistaa kaiuttimella 319. Ylösuunnassa mikrofoni 320 äänittää puhetta, joka digitoidaan A/D-muuntimessa 321 ja joka voidaan tämän jälkeen ohjata DAI-liitännän kautta ulkoiselle mittauslaitteelle; DAI-liitännän tätä osaa edustavat pisteet 322 ja 323. Digitoitu puhe voidaan ohjata lohkoksa 321 myös suoraan puhedekooderiin 324 ja siitä puhekanavien kanavakooderiin 325 ja edelleen pisteeseen 309, josta sen käsittely etenee kuten edellä on selostettu ylössuuntaisen signalointi-informaation osalta.

Datakanaviin kuuluva alassuuntainen informaatio ohjataan pisteestä 305 datakanavien kanavadekooderiin 326. Kun matkapuhelinta käytetään yhdessä ulkoisen datapäätelaitteen kanssa, kanavadekoodattu datakanaviin liittyvä informaatio ohjataan pisteen 327 kautta päätelaiteadapteriin 328 ja siitä edelleen ulkoiseen päätelaitteeseen 329. Vastaavasti ylössuuntainen datakanaviin liittyvä informaatio ohjataan datapäätelaitteesta 329 päätelaiteadapterin 328 ja pisteen 330 kautta datakanavien kanavakooderiin 331, jonka kanavakoodaaman datan käsittely etenee pisteestä 309 kohti antenniliitäntää 313 kuten edellä on selostettu ylössuuntaisen signalointi-informaation osalta.

Kuvassa 3 esitetyt lohkot eivät käytännön matkapuhelimessa välttämättä ole erillisiä, vaan esimerkiksi kanavakoodaus- ja dekodauslohkot 306, 308, 314, 325, 326 ja 331 voidaan toteuttaa yhdellä piirillä, joka ohjelmoidaan toimimaan eri tavalla riippuen siitä, käsittelee se signalointia, puhetta vai dataa. On kuitenkin tavallista käsitellä kuvassa 3 esitettyjä lohkoja erillisinä lohkoina, koska se helpottaa matkapuhelimen toiminnan hahmottamista.

Keksinnön mukainen vastaanotetun näennäissatunnaisen bittisekvenssin vertaaminen paikallisesti tuotettuun bittisekvenssiin voidaan tehdä monessa kuvan 3 kohdassa. Eräässä suoritusmuodossa vertaaminen ja virheiden tilastointi tehdään pisteessä 305 ja tilastoinnin tulokset ohjataan ylössuuntaiseen tiedonsiirtoon pisteessä 309 lohkon 332 mukaisesti. Toisessa suoritusmuodossa, jossa testataan erityisesti datakanavien toimintaa, vertaaminen ja virheiden tilastointi tehdään pisteessä 327 ja tilastoinnin tulokset ohjataan ylössuuntaiseen tiedonsiirtoon pisteessä 330 lohkon 333 mukaisesti. Jälkimmäisen kaltaisia testaussilmukoita voidaan muodostaa myös muihin kuin datakanaviin. Näiden suoritusmuotojen mukainen toiminta edellyttää tiettyjä erillisjärjestelyjä; erityisesti sitä, että päätelaite on varustettu muodostamaan täl-

laiset testaussilmukat. On myös mahdollista toteuttaa vertaaminen ja virheiden tilastointi kanavadekoodauksen jälkeen ohjauslohkossa 307.

5 Kuvassa 3 on oletettu, että ylössuuntaiset tiedot välitetään tietyllä ylössuuntaisella tiedonsiirtokanavalla, jolloin lohkot 332 ja 333 muodostavat testaussilmukan alasuuntaisen ja ylössuuntaisen tiedonsiirron välille. Vertailun ja tilastoinnin kytkeminen käyttöön tapahtuu tietyn mittausaikataulun mukaisesti tai tietyillä komennoilla, jotka päätelaite vastaanottaa tukiasema-alijärjestelmältä.

10 Kuva 4 esittää keksinnön muunnelmaa, jolla voidaan testata myös virheiden mittausjärjestelyn toimivuutta. Tukiasema-alijärjestelmässä on hallitusti toimiva virhegeneraattori 411, jolla pystytään aiheuttamaan mihin tahansa testaussekvenssiin tietty tunnettu virheellisyys. Virhegeneraattori 411 voi tuottaa testaussekvenssiin virheitä osittain näennäissatunnaisesti eli siten, että tietyssä testaussekvenssin jaksossa on tarkasti tunnettu määrä virheitä, mutta niiden sijoittuminen kyseisen jakson sisällä on satunnaista. Virhegeneraattori 411 voi toimia myös siten, että se tuottaa tarkasti
15 määrätyn bittivirhekuvion, jossa esimerkiksi K:n bitin välein on N:n bitin jakso, jossa joka M:n bitin arvo on vaihtunut. Tässä K, N ja M ovat positiivisia kokonaislukuja, jolloin virhegeneraattorin toimintaa ohjaava ohjauspiiri (ei erikseen esitetty kuvassa) voi ohjata tarkasti virheiden generoitumista antamalla virhegeneraattorille haluamansa K:n, N:n ja M:n arvot. Monenlaiset yhdistelmät ja muunnelmat näistä
20 toimintatavoista ovat myös mahdollisia.

Keksinnön mukaisesti tukiasema-alijärjestelmässä on myös vertailupiiri 412, joka saa tiedon siitä, kuinka paljon ja minkälaisia virheitä testaussekvenssissa on siinä vaiheessa, kun se lähetetään päätelaitteelle alasuuntaisissa tiedonsiirtokehyksissä. Tämä tieto voi tulla joko virhegeneraattorin ohjaustiedoista, kuten kuvassa 4 on esitetty yhtenäisellä viivalla, tai vertailupiiri 412 voi vastaanottaa kopiot niistä alasuuntaisista kehyksistä, jotka toimitetaan päätelaitteelle. Jälkimmäinen vaihtoehto on esitetty kuvassa 4 katkoviivalla. Kun päätelaite välittää tukiasema-alijärjestelmälle havaitsemiaan virheitä kuvaavat tiedot, ne ohjataan vertailupiirille 412, joka
25 voi tällöin tutkia, vastaavatko päätelaitteen antamat tiedot niitä tietoja, jotka kuvaavat testaussekvenssin virheellisyyttä lähetysvaiheessa. Muut kuvassa 4 esitetyt osat vastaavat kuvan 2 suoritusmuotoa.

35 Keksinnöllä on lukuisia etuja. Esimerkiksi, keksintö mahdollistaa radioverkon käytön aikaisen säätämisen ja optimoinnin saatujen mittaustulosten avulla. Tällainen säätäminen ja optimointi voidaan toteuttaa esimerkiksi manuaalisesti tai automaattisesti. Radioverkon toimintaa voidaan säätää ja optimoida esimerkiksi erilaisten pa-

rametrien kuten tehotasojen avulla, adaptiivisten antennien ominaisuuksien säätämisen avulla, tai monella muulla sinänsä tunnetulla tavalla.

- 5 Keksintöä voidaan soveltaa myös siten, että tietty päätelaitteiden valmistaja tai myyjä sopii operaattorin kanssa itse valmistamiensa tai myymiensä päätelaitteiden tai jonkin rajatun päätelaiteryhmän toiminnan testaamisesta keksinnön mukaisella menetelmällä: testaussignaali voidaan valita vain sopimusosapuolten tiedossa olevalla tavalla, tai vain tietyn valmistajan tai myyjän päätelaitteet ohjelmoidaan toteuttamaan testauksen edellyttämiä toimenpiteitä. Sopimusosapuolena oleva operaattori kerää päätelaitteiden toimittamat tiedot, jolloin saadaan kuva siitä, miten laadukkaasti haluttuun ryhmään kuuluvat päätelaitteet pystyvät toimimaan tämän operaattorin ylläpitämässä solukkoradiojärjestelmässä.
- 10

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi solukkoradiojärjestelmässä, joka käsittää tukiasemia (101, 201) ja päätelaitteita (102, 202), **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa
 - 5 a) muodostetaan testisignaali ja lähetetään (104) se solukkoradiojärjestelmän tukiaseman kautta solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelle,
 - b) muodostetaan ja tallennetaan (106) päätelaitteessa tieto siitä, kuinka paljon päätelaitteen vastaanottamassa testisignaalin oli virheitä,
 - 10 c) lähetetään (108) päätelaitteesta tukiasemalle ensimmäinen virhetieto, joka kuvaa päätelaitteen vastaanottaman testisignaalin virheellisyyttä tietyllä aikavälillä, ja
 - d) toimitetaan (111) tukiasemalta tietylle kontrollointiyksikölle (103) toinen virhetieto, joka kuvaa solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelta vastaanotettua ensimmäistä virhetietoa.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa a)
15 muodostetaan testisignaali, joka on samalla tukiaseman lähettämä pilot-signaali.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa a) muodostetaan testisignaali, joka on samalla synkronointisekvenssi tukiaseman lähettämässä alassuuntaisessa purskeessa.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa a)
20 muodostetaan näennäissatunnainen bittisekvenssi (204).
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet joissa
 - päätelaite muodostaa saman näennäissatunnaisen bittisekvenssin (206), joka muodostetaan vaiheessa a) ja
 - 25 - päätelaite vertaa (208) muodostamaansa näennäissatunnaista bittisekvenssiä vastaanottamaansa testisignaaliin.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa c) lähetetään päätelaitteesta tukiasemalle lisäksi ensimmäinen paikkatieto (107, 203), joka kuvaa päätelaitteen sijaintia.
- 30 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että vaiheessa c) lähetetään päätelaitteesta tukiasemalle päätelaitteen havaitsema keskimääräisen bitvirhesuhteen tai kehysten hylkäyssuhteen arvo tietyllä aikavälillä.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vaiheessa c) lähetetään samalla päätelaitteesta tukiasemalle sijainnin päivitysviesti.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vaiheessa d) toimitetaan kontrollointiyksikölle päätelaitteelta vastaanotetut tiedot sellaisenaan.

5 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vaiheessa d) toimitetaan lisäksi kontrollointiyksikölle tukiaseman sijaintia ilmaiseva tunnus (110).

10 11. Järjestelmä tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi solukkoradiojärjestelmässä, joka järjestelmä käsittää tukiasema-alijärjestelmän (101, 201) ja päätelaitteen (102, 202), tunnettu siitä, että se käsittää

- tukiasema-alijärjestelmässä välineet (104, 204, 205) testisignaalin muodostamiseksi ja lähettämiseksi solukkoradiojärjestelmän tukiaseman kautta solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelle,

15 - päätelaitteessa välineet (206, 207, 208) tiedon muodostamiseksi ja tallentamiseksi (209) siitä, kuinka paljon päätelaitteen vastaanottamassa testisignaalin oli virheitä, - päätelaitteessa välineet (108) ensimmäisen virhetiedon lähettämiseksi tukiasema-alijärjestelmälle, joka ensimmäinen virhetieto kuvaa päätelaitteen vastaanottaman testisignaalin virheellisyyttä tietyllä aikavälillä, ja

20 - kontrollointiyksikön (103) sellaisten virhetietojen kokoamiseksi (113), jotka kuvaavat solukkoradiojärjestelmän tukiasema-alijärjestelmien päätelaitteilta vastaanotettavia virhetietoja.

25 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että se käsittää tukiasema-alijärjestelmässä ja päätelaitteessa välineet (204, 205, 206, 207) saman näennäissatunnaisten bittisekvenssin muodostamiseksi, ja päätelaitteessa välineet (208) päätelaitteen muodostaman näennäissatunnaisten bittisekvenssin vertaamiseksi tukiasema-alijärjestelmältä vastaanotettuun näennäissatunnaiseen bittisekvenssiin.

30 13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että se käsittää päätelaitteessa välineet (107, 203) päätelaitteen sijaintia kuvaavan tiedon muodostamiseksi ja lähettämiseksi tukiasema-alijärjestelmälle yhdessä ensimmäisen virhetiedon kanssa.

14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että se käsittää tukiasema-alijärjestelmässä välineet (110) sijaintia kuvaavan tiedon muodostamiseksi ja lähettämiseksi kontrollointiyksikölle.

(57) Tiivistelmä

Keksintö käsittää järjestelmän ja menetelmän tiedonsiirron yleisen laadun mittaamiseksi solukkoradiojärjestelmässä, joka käsittää tukiasemia (101, 201) ja päätelaitteita (102, 202). Keksinnön mukaisesti muodostetaan testisignaali ja lähetetään (104) se solukkoradiojärjestelmän tukiaseman kautta solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelle. Päätelaitteessa muodostetaan ja tallennetaan (106) tieto siitä, kuinka paljon päätelaitteen vastaanottamassa testisignaaliassa oli virheitä. Päätelaitteesta lähetetään tukiasemalle ensimmäinen virhetieto, joka kuvaa päätelaitteen vastaanottaman testisignaalin virheellisyyttä tietyllä aikavälillä. Tukiasemalta toimitetaan (111) tietylle kontrollointiyksikölle (103) toinen virhetieto, joka kuvaa solukkoradiojärjestelmän päätelaitteelta vastaanotettua ensimmäistä virhetietoa.

Kuva 1

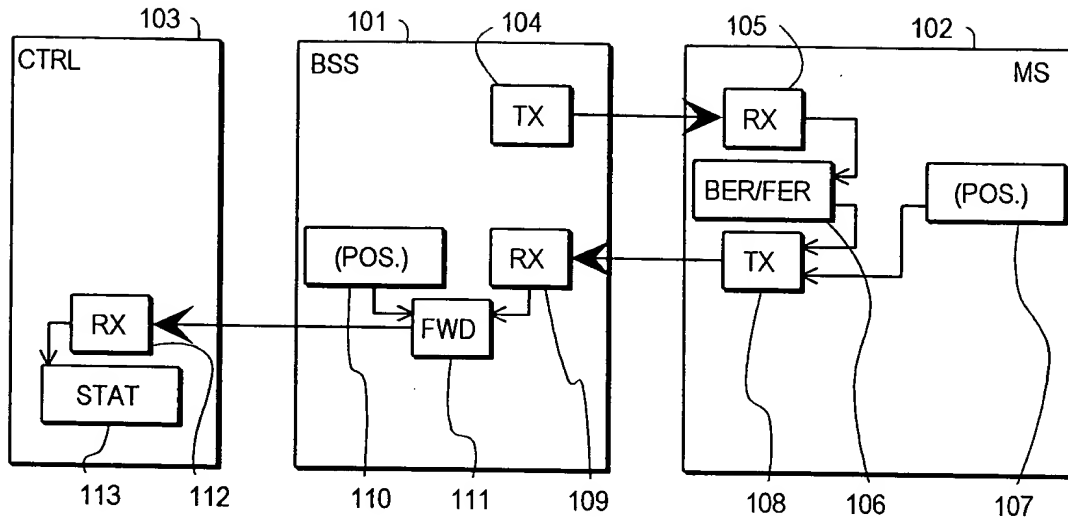


Fig. 1

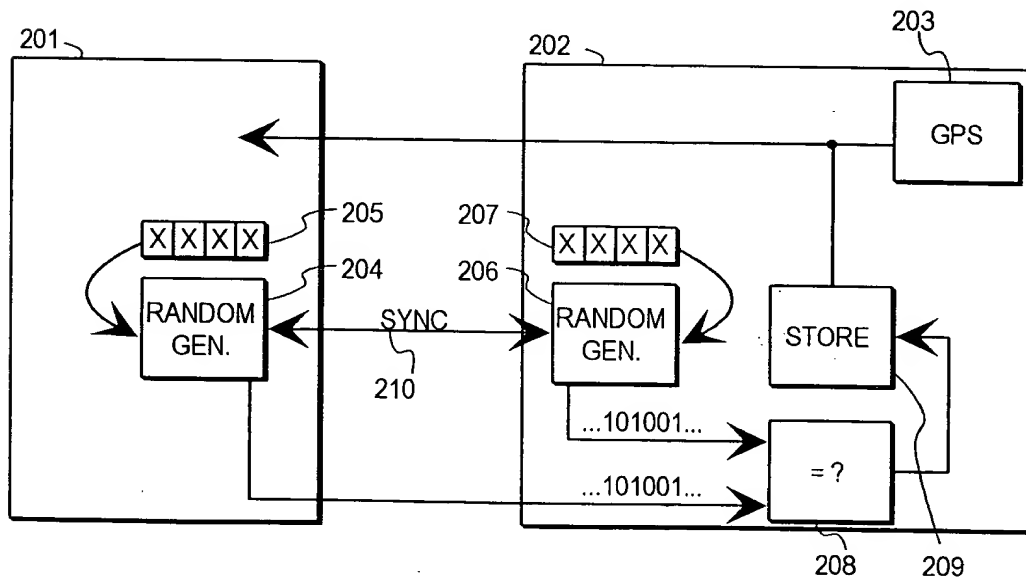
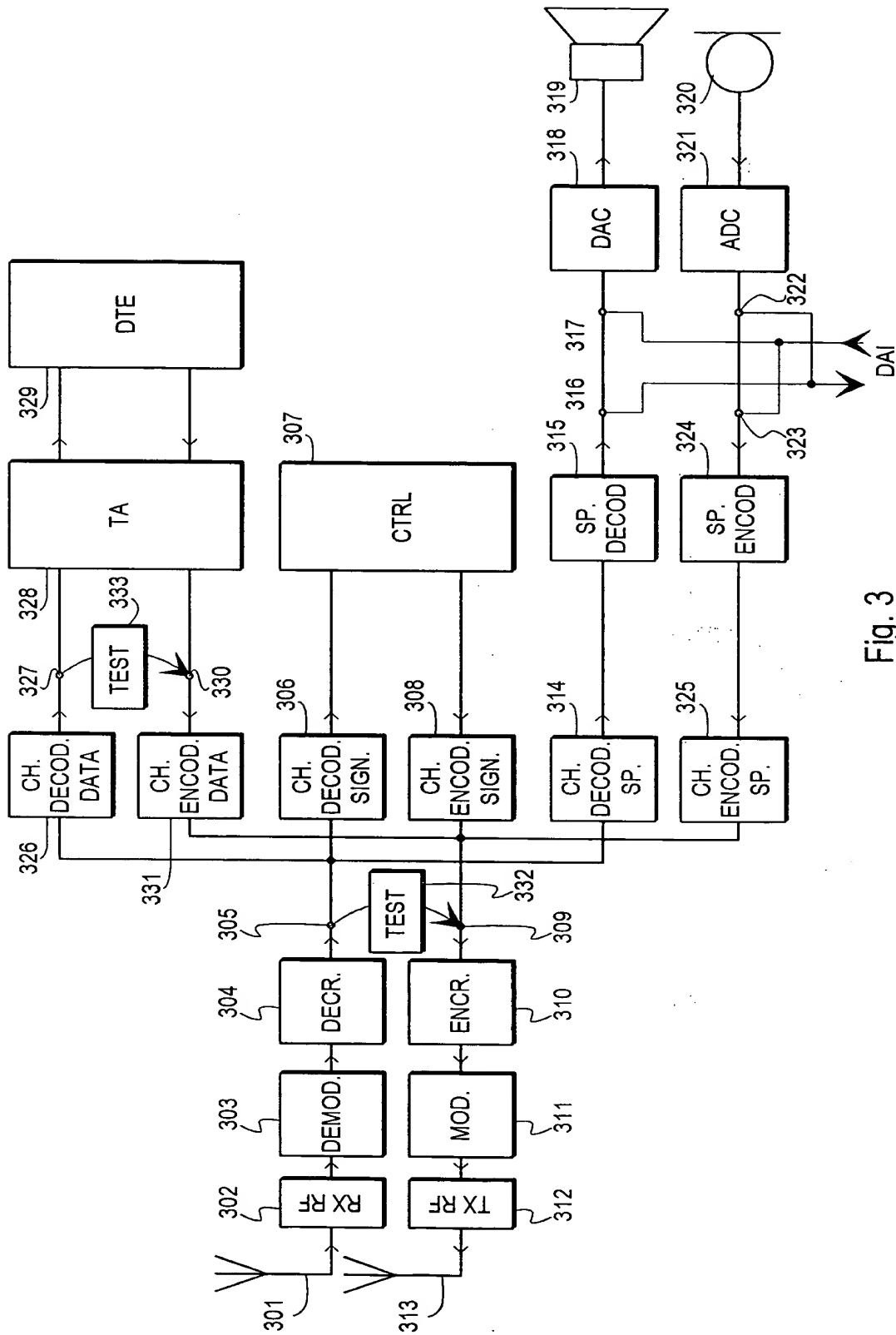


Fig. 2



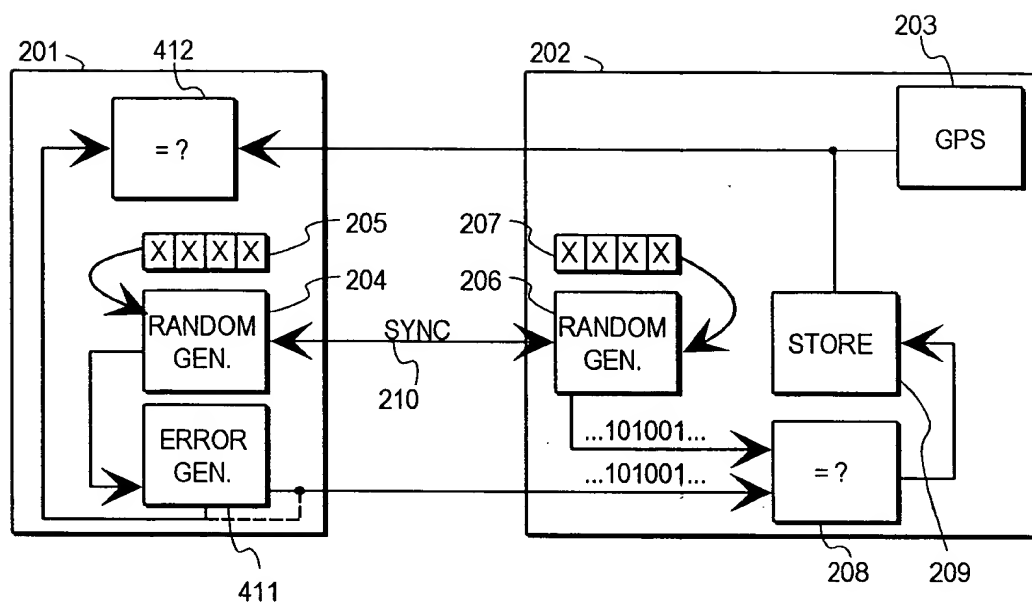


Fig. 4